

## Integración de IoT en el modelado de procesos de negocio

Luis Damian Candia<sup>1</sup>, Anahí S. Rodríguez<sup>1</sup>, Patricia Bazán<sup>1</sup>, Viviana M. Ambrosi<sup>1,2</sup>,  
Javier Díaz<sup>1</sup>

1- LINTI – Facultad de Informática – UNLP

2- Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires - CIC  
[dcandia@linti.unlp.edu.ar](mailto:dcandia@linti.unlp.edu.ar), [arodriguez@linti.unlp.edu.ar](mailto:arodriguez@linti.unlp.edu.ar), [pbaz@info.unlp.edu.ar](mailto:pbaz@info.unlp.edu.ar),  
[javier.diaz@info.unlp.edu.ar](mailto:javier.diaz@info.unlp.edu.ar), [vambrosi@info.unlp.edu.ar](mailto:vambrosi@info.unlp.edu.ar)

### Resumen

En la era de Internet de las Cosas (IoT – *Internet of Things*) se calcula que para el año 2025 existirán más 26 billones de dispositivos conectados incluyendo casas, teléfonos, autos y fábricas. En este contexto es imposible imaginar que los procesos de las organizaciones no deban adaptarse a la nueva realidad, en la cual la mayoría de las actividades serán realizadas por autómatas que deberán tomar decisiones en base a la información obtenida por su red de sensores.

Así como es necesario integrar IoT con soluciones IT tradicionales donde se procesan datos transaccionales, también las soluciones orientadas a procesos de negocio (PN– *Procesos de Negocio*) y su naturaleza estática, se ven desafiadas por el mundo de IoT donde se hace presente el dinamismo de las restricciones y la heterogeneidad de las entradas.

La línea de investigación propone presentar las debilidades y fortalezas de la integración de IoT en una solución de BPM, y presentarlas en un caso de estudio. Teniendo en cuenta que la aplicación de BPM conlleva un ciclo de vida donde sus etapas integran un ciclo de mejora continua para modelado, despliegue, ejecución y monitoreo de los procesos de negocio, en este trabajo se definirá la integración de BPM e IoT para la fase de modelado, quedando como

trabajo futuro, abarcar todas las etapas del ciclo de vida de los procesos de negocio.

El caso de estudio a modelar estará basado en un proceso de negocio que incluya componentes de IoT, de la Planta Piloto Experimental de Residuos Electrónicos desarrollada en conjunto entre la UNLP, el programa E-Basura y la *International Telecommunications Union* (ITU).

**Palabras clave:** BP, BPM, IoT, E-Basura, Tecnologías Verdes, Desarrollo Sostenible, Green IT

### Contexto

Las líneas de trabajo que se describen en el artículo se desarrollan dentro del Laboratorio de Investigación de Nuevas Tecnologías Informáticas (LINTI) [1] de la Facultad de Informática [2] enmarcadas en el Proyecto de I+D “Internet del futuro: Ciudades digitales inclusivas, innovadoras y sustentables, IoT, ciberseguridad y espacios de aprendizaje del futuro”.

Asimismo, desde el año 2009 la Facultad de Informática de la UNLP [3] y el LINTI llevan adelante un proyecto de extensión universitaria, el Proyecto E-Basura [4], que partir de fines del 2017 fue declarado Programa por la propia UNLP. Dicho programa brinda una solución interdisciplinaria a la problemática de los Residuos de Aparatos

Eléctricos y Electrónicos (RAEE) tanto para la universidad como para su entorno.

Uniendo ambas líneas de investigación se aplicará la integración a un caso de estudio real. Se incluirá la etapa diseño de un proceso de negocio de la Planta Piloto de reciclado que utilice componentes de IoT.

## Introducción

Internet de las Cosas (IoT) es una tecnología emergente con un potencial enorme, que se estima va a traducirse en mayores ingresos, mayor eficiencia y menores costos para las organizaciones, pero su despliegue puede ocasionar otros inconvenientes a la hora de su integración con tecnologías preexistentes.

IoT es un fenómeno tecnológico bastante reciente. El término fue introducido por Kevin Ashton [5], investigador en el campo de la identificación por radiofrecuencia (RFID). Este autor plantea el debate sobre qué ocurriría si absolutamente todos los objetos que nos rodean nos brindaran información útil al instante. Esto cambiaría por completo nuestra forma de desenvolvemos con el mundo que nos rodea. Las computadoras podrían recopilar información sobre los objetos físicos sin intervención humana mediante el uso de tecnología de sensores y actuadores.

La gestión de los procesos de negocio es imprescindible para la administración de una organización. Weske [6] define BPM (*Business Process Management*), como la representación de las actividades de un proceso de negocio y sus restricciones de ejecución entre ellas, y que incluye conceptos, métodos y técnicas para apoyar su ciclo de vida.

El ciclo de vida de un proceso de negocios consta de las siguientes etapas: Diseño; Configuración (Definición);

Promulgación (Ejecución); Evaluación (Monitorización).

Este trabajo se centra en la etapa de diseño del proceso de negocio que se alimenta de una red de sensores. El modelado se realiza usando la notación BPMN. Esta notación es un estándar definido por OMG (*Object Management Group*) [10] y está diseñada para coordinar la secuencia de los procesos y los mensajes que fluyen entre los participantes de las diferentes actividades. BPMN [10] proporciona un conjunto de símbolos comunes para que las partes involucradas puedan comunicar los procesos de forma clara, completa y eficiente produciendo un Diagrama de Procesos de Negocio (*Business Process Diagram*, BPD).

## Líneas de Investigación y Desarrollo

El futuro de IoT dependerá de cómo sus componentes puedan interactuar con los procesos de negocio o con las soluciones de IT que se ejecuten a su alrededor. Una costosa red de sensores carece de utilidad si no se construyen soluciones de software que consuman las señales. Si ese software está conformado por componentes orquestados como procesos de negocio, es natural pensar que los elementos de IoT deban ser tenidos en cuenta desde la fase de modelado de dichos procesos de negocio.

Según plantea Meyer [7], un primer desafío implica definir elementos notacionales especiales para contar con modelo orientado a IoT. Varios autores acuerdan con esto y en este trabajo se propone un enfoque posible para abordar este desafío y contar con un BPD con elementos de IoT.

En la Tabla 1 se muestran los elementos de IoT definidos por Meyer y

Sperner [8][7][11], las propuestas de diferentes autores para cada elemento y una columna con nuestra propuesta.

### Caso de Estudio

Se presenta el modelo obtenido utilizando la notación propuesta para modelar un proceso de negocio de la Planta Piloto Experimental de Residuos Electrónicos UNLP - E-Basura - ITU [12]. El proceso seleccionado mide el nivel de contaminación sonora que se registra en el área de reciclado de equipamiento informático. El mismo es producido debido a la utilización de un molino de plásticos orientado al reciclado de materiales de descarte industrial y post consumo, que muele el plástico de los componentes de los RAEE.

En el diagrama del proceso para medir la contaminación sonora de la Figura 1, se observan los componentes mencionados en la Tabla 1 para representar una solución orientada a IoT en un BPD. El usuario se representa por un *Lane* llamado *Responsable del Taller*, en él se ejecutarán las tareas de recepción de alertas e informes, la entidad física se encuentra modelada como una notación de texto denominada *MedioAmbiente*. La entidad virtual es modelada en el diagrama como un repositorio de datos llamado *MedioAmbiente* desde el cual el sistema tomará información para decidir su acción, por ejemplo, en caso que la lectura supere un indicador predeterminado enviará una alerta, de acuerdo a rangos especificados previamente. El dispositivo de IoT utilizado es una placa Raspberry PI 3 Model B, la cual es modelada también como un *Lane* que consume recursos de la entidad virtual guardando la información en una base de datos y, en caso de ser necesario interactúa con el usuario. El ciclo de lectura continúa

siempre y cuando se encuentren las lecturas habilitadas en el sistema.

### Formación de Recursos Humanos

BPM como modelo para la construcción de soluciones tecnológicas constituye un área de trabajo consolidada desde hace varios años y que cada vez encuentra más puntos de contacto con otros temas y líneas de investigación.

El mundo de Internet de las Cosas posee una definición extremadamente amplia. Una posible visión de este concepto es describirlo como una red de sensores interconectados, que encuentra puntos de contacto con BPM, al cual puede verse como un circuito de actividades que consumen servicios. Por otra parte, existe una divergencia en la estabilidad y unicidad de los servicios orquestados por BPM frente al entorno inestable y cambiante de una red de sensores.

Siendo IoT parte de las TI, surge la necesidad creciente de interconectar los dos mundos y hacerlos interactuar de modo que BPM aporte la estabilidad al mundo de IoT y a su vez pueda incorporar parte de su dinamismo,

El programa E-Basura de la UNLP, se encuentra ampliamente consolidado y enmarcado en la Planta Piloto con la ITU, requiere cumplir con normas internacionales que se imponen como resultado de su crecimiento. En particular, requiere adherir a la definición de KPIs (*Key Performance Indicator*, en español, Indicadores Clave de Rendimiento) indicados por la ITU [12] para el tratamiento y gestión de los indicadores clave de rendimiento medioambiental.

Por tal motivo, es válida y necesaria la conformación de un grupo de trabajo que sume esfuerzos para el crecimiento de la Planta Piloto y la aplicación de nuevas

tendencias tecnológicas con el fin de lograr madurez de los conceptos

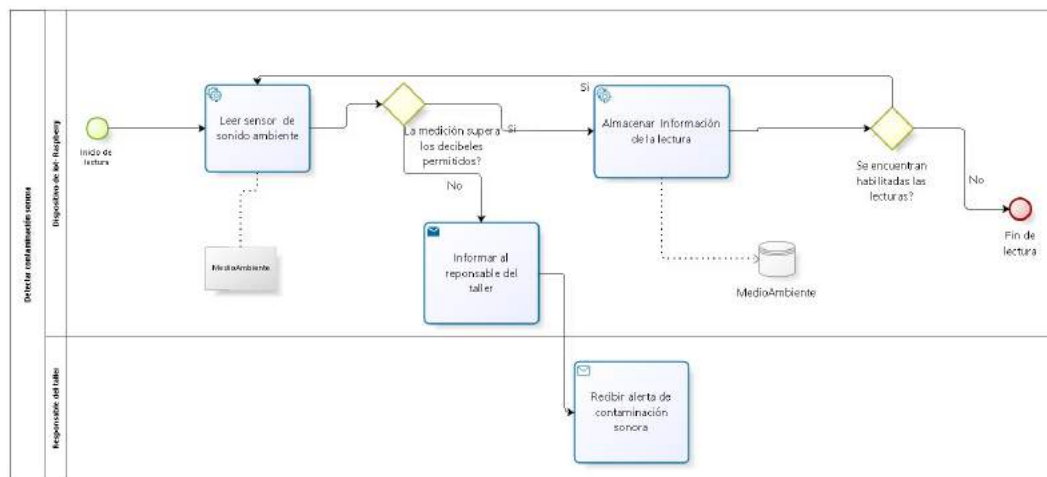


Figura 1 – BPD del proceso de lectura de contaminación sonora orientado a IoT

## Resultados y Objetivos










La presente línea de investigación propone integrar los conceptos y tecnologías de IoT con todo el ciclo de vida de los procesos de negocio.

En particular, se presenta una estrategia de modelado de procesos de negocio incorporando elementos de IoT. La propuesta cubre solo una fase del ciclo de vida de los procesos de negocio pero constituye un primer paso en la definición de una metodología que incorpore las características flexibles y dinámicas del ámbito de IoT a los procesos de negocio y las soluciones de IT que los despliegan.

## Referencias

1. Laboratorio de Investigación de Nuevas Tecnologías Informáticas, <https://www.linti.unlp.edu.ar/>
2. Facultad de Informática, <http://info.unlp.edu.ar/>
3. Universidad Nacional de La Plata, <https://unlp.edu.ar/>
4. Proyecto E-Basura , <https://e-basura.linti.unlp.edu.ar/>
5. Ashton, K. (2009). That ‘internet of things’ thing. *RFID journal*, 22(7), 97-114.
6. Weske, M. (2012). Business process management architectures. In *Business Process Management* (pp. 333-371). Springer, Berlin, Heidelberg.
7. Meyer, S., Sperner, K., Magerkurth, C., & Pasquier, J. (2011, June). Towards modeling real-world aware business processes. In *Proceedings of the Second International Workshop on Web of Things* (p. 8). ACM.
8. Meyer, S., Ruppen, A., & Magerkurth, C. (2013, June). Internet of things-aware process modeling: integrating IoT devices as business process resources. In *International conference on advanced information systems engineering* (pp. 84-98). Springer, Berlin, Heidelberg.
9. AG, S. Internet of Things Architecture IoT-A Project Deliverable D2. 2–Concepts for Modelling IoT-Aware Processes.
10. About the Business Process Model And Notation Specification Version 2.0.2 <https://www.omg.org/spec/BPMN/About-BPMN/>
11. De Meyer, T. INTEGRATING THE INTERNET OF THINGS INTO BUSINESS PROCESS MANAGEMENT.
12. International Telecommunication Union, <https://www.itu.int>

Tabla 1 'Propuesta de Elementos de IoT en notación BPMN

Entidad IoT	Descripción	Representación BPM propuesta por distintos autores	Nuestra propuesta	Representación Grafica
Usuario	Las personas que se ven beneficiarias por la solución de IoT	Meyer propone modelar al usuario como un proceso que envía un mensaje solitando un recurso o un servicio. 	Se propone modelarlo como un <i>Lane</i> más que participa del proceso de lectura, e interactúa con el <i>Lane</i> del dispositivo de IoT mediante el envío de mensajes, realizando una comunicación hombre-máquina.	
Entidad Física	Elemento del mundo real que se conecta a la red de sensores y actuadores	Meyer propone modelar la entidad física como un proceso pasivo. 	Se propone modelarlo como una notación de Texto que representa los datos involucrados en el entorno. La representación del entorno no impacta en el proceso activo.	
Entidad Virtual	Representación virtual de la entidad física	Sperner propone modelar como un objeto de datos. 	Se propone modelarlo como un Repositorio de Datos, ya que será el encargado de almacenar los datos enviados por el dispositivo IoT	
Dispositivo de IoT	Componente que interactúa directamente con los sensores y actuadores.	Meyer propone modelar el dispositivo de IoT, como un Lane, debido a que es un actor mas del proceso de negocio. 	En nuestro caso de estudio utilizaremos la misma notación propuesta por Meyer para modelar el dispositivo de IoT.	
Recursos y Servicios	Un recurso o servicio puede verse como una acción a realizar, como leer un dato de un sensor.	Meyer propone modelar los recursos o servicios como una tarea automática. 	En nuestro caso de estudio utilizaremos la misma notación propuesta por Meyer para modelar recursos y servicios como una actividad automática.	